

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
25 mars 2004 (25.03.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/025201 A2

(51) Classification internationale des brevets⁷ : F27D 9/00

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : BIO
3D APPLICATIONS [FR/FR]; 15, rue de Turin, F-75008
Paris (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2003/002734

(72) Inventeur; et

(22) Date de dépôt international :
16 septembre 2003 (16.09.2003)

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : GUY-
OMARC'H Raymond [FR/FR]; Rue de Liquelette, Le
Village, F-30260 Saint Theodorit (FR).

(25) Langue de dépôt : français

(74) Mandataires : ALLANO, Sylvain etc.; Pontet Allano &
Associés SELARL, 25, rue Jean Rostand, Parc-Club Orsay-
Université, F-91893 Orsay Cedex (FR).

(26) Langue de publication : français

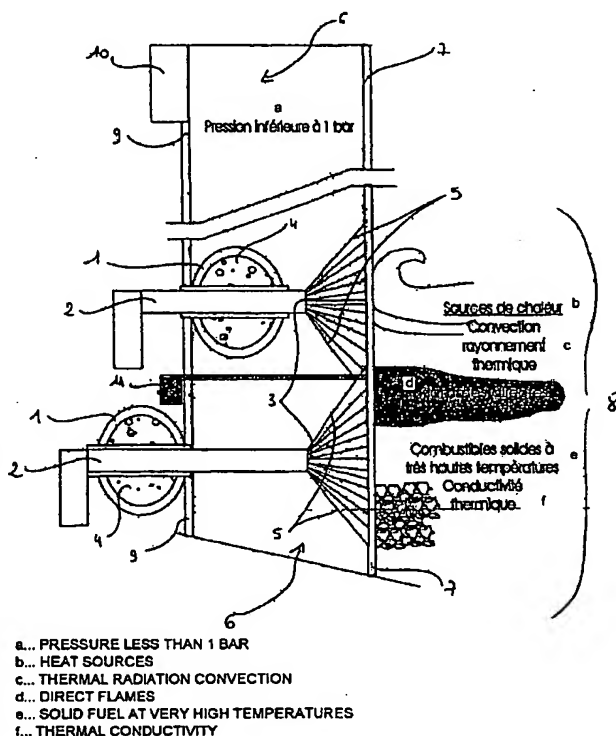
(30) Données relatives à la priorité :
02/11458 16 septembre 2002 (16.09.2002) FR

(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: REGULATING HEAT EXCHANGE AND COOLING METHOD AND SYSTEM FOR MONITORING AND CONTROLLING THE TEMPERATURES OF WALLS SUBJECTED TO HIGH TEMPERATURES

(54) Titre : SYSTÈME ET PROCÉDÉ DE REFOIDISSEMENT ET D'ÉCHANGE THERMIQUE RÉGULATEUR, POUR LE CONTRÔLE ET LA MAÎTRISE DES TEMPÉRATURES DE PAROIS SOUMISES À HAUTES TEMPÉRATURES



(57) Abstract: The invention relates to a regulating heat exchange and cooling method and system for monitoring and controlling the temperatures of walls subjected to high temperatures. The inventive system is used to cool the inner wall (7) of a thermal system comprising a double wall (9), said inner wall being subjected to temperatures equal to or greater than the physical capacity thereof. Said system also comprises a network of tubes (1) which is independent of the thermal system to be cooled. The aforementioned tubes (1) contain pressurised cooling water (4) which circulates therethrough. Moreover, said tubes are provided with nozzles (3) which are used to spray and project the water in the form of solid cones (5) against the inner wall (7), said nozzles being controlled by adjustable-flow valves (2). The above-mentioned network of tubes forms an integral part of the outer wall of the thermal system to be cooled and the system also comprises means of maintaining the water projection area defined by the inner and outer walls in a vacuum condition.

(57) Abrégé : « Système et procédé de refroidissement et d'échange thermique régulateur, pour le contrôle et la maîtrise des températures de parois soumises à hautes températures » Système pour refroidir une paroi interne (7) d'un système thermique comportant une double paroi (9), ladite paroi interne étant soumise à des températures égales ou supérieures à sa

[Suite sur la page suivante]

WO 2004/025201 A2



DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport

(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK,

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

capacité physique, ce système comprenant un réseau de tubes (1) indépendant dudit système thermique à refroidir, ces tubes (1) contenant de l'eau de refroidissement (4) circulant sous pression et étant munis de buses (3) prévues pour pulvériser l'eau et la projeter en cônes pleins (5) contre ladite paroi interne (7) et commandées par des robinets (2) à débit réglable. Le réseau de tubes est partie intégrante de la paroi externe du système thermique à refroidir et le système comprend en outre des moyens pour maintenir en dépression la zone de projection d'eau délimitée par lesdites parois respectivement interne et externe.

« Système et procédé de refroidissement et d'échange thermique régulateur, pour le contrôle et la maîtrise des températures de parois soumises à hautes températures »

La présente invention concerne un système de refroidissement et d'échange thermique régulateur, pour le contrôle et la maîtrise des températures de parois soumises à hautes (et très hautes) températures, dans les incinérateurs, fours et tous générateurs/systèmes thermiques.

Elle vise également un procédé de refroidissement mis en œuvre dans ce système.

On rencontre souvent des difficultés à maintenir les parois des systèmes thermiques à des températures limites de la tenue des matériaux mis en œuvre. Ces températures sont utiles pour l'obtention des meilleurs résultats pour les procédés mis en œuvre dans ces systèmes :

- suppression des parois froides qui provoquent des phénomènes incontrôlables dans les procédés mis en œuvre dans les systèmes thermiques,
- suppression des risques de condensation sur les parois froides,
- limitation au minima des dilatations dues aux chocs thermiques violents,
- contrôles permanents possibles du procédé en tout lieu du système, sans perturbation due aux chocs thermiques et aux effets liés aux parois froides,
- limitation des échanges thermiques entre la zone du procédé et le système régulateur de refroidissement.

Les difficultés que l'on rencontre sont liées aux capacités des systèmes et procédés de refroidissement des parois soumises aux sources chaudes :

- fluides caloporteurs ne supportant pas les températures élevées, d'où nécessité de descendre la température des parois à celle supportée par le fluide,
- fluides caloporteurs complexes supportant les températures élevées, la composition de ces fluides est génératrice de problèmes de pollution et/ou d'agression des matériaux mis en œuvre.

De toutes façons, les températures tolérées par ces fluides n'atteignent pas celles nécessitées par le résultat attendu par le procédé thermique.

Le procédé décrit ici est un système hydraulique de refroidissement contrôlé et maîtrisé pour parois, tubes, grilles et accessoires de générateurs ou matériels soumis à des températures élevées.

On connaît déjà par le document DE 3027465 un système de refroidissement de la paroi d'un four de métallurgie à double paroi, comportant un réseau de conduites traversant une paroi externe et pourvues à leurs extrémités de buses de vaporisation disposées face à une paroi interne du four.

- 5 Le but est de maîtriser la température de la (des) paroi (s), en contact avec la source de chaleur, aux limites supérieures, pour optimiser le résultat thermique du système et le rendement du procédé initial, mis en œuvre dans le système.

Cet objectif est atteint avec un système pour refroidir une paroi interne d'un système thermique comportant une double paroi, ladite paroi interne étant soumise à
10 des températures égales ou supérieures à sa capacité physique, ce système comprenant un réseau de tubes indépendant dudit système thermique à refroidir, ces tubes contenant de l'eau de refroidissement circulant sous pression et étant munis de buses prévues pour pulvériser l'eau et la projeter en cônes pleins contre ladite paroi interne et commandées par des robinets à débit réglable.

- 15 Suivant l'invention, le réseau de tubes est partie intégrante de la paroi externe du système thermique à refroidir et en ce qu'il comprend en outre des moyens pour maintenir en dépression la zone de projection d'eau délimitée par lesdites parois respectivement interne et externe.

Les tubes sont avantageusement traversés par les robinets à débit réglable, ces
20 robinets comportant à leurs extrémités lesdites buses.

Dans une forme de réalisation de l'invention, des tubes sont installés sur la face intérieure de la paroi externe. Des tubes peuvent aussi être installés sur la face extérieure de la paroi externe.

- 25 L'eau de refroidissement circulant dans le réseau de tubes est de préférence stabilisée en minéraux et en PH. Le réseau de tubes est par exemple en circuit fermé et l'eau de refroidissement peut être régénérée en continu et être à une température inférieure ou égale à 60°C.

Dans une forme avantageuse de réalisation de l'invention, la zone dans laquelle l'eau est projetée est maintenue en dépression par un système aspirant la
30 vapeur produite. Ce système d'aspiration de vapeur est prévu pour comprimer cette vapeur pour l'injecter dans un ensemble échangeur dédié de sorte que ladite vapeur produite puis comprimée acquière ses température et pression utiles à la cogénération d'énergie.

Le système de refroidissement selon l'invention peut aussi comprendre un système détecteur composé de sondes de contact qui permettent de contrôler en continu la température des parois à réguler. Ce système peut aussi comporter des robinets à réglage micrométrique qui peuvent être à commande automatique gérée par ordinateur.

Suivant un autre aspect de l'invention, il est proposé un procédé pour refroidir une paroi interne d'un système thermique comportant une double paroi, ladite paroi interne étant soumise à des températures égales ou supérieures à sa capacité physique, dans lequel de l'eau de refroidissement circulant sous pression est contenue dans un réseau de tubes indépendant dudit système thermique à refroidir, ces tubes contenant et étant munis de buses prévues pour pulvériser l'eau et la projeter en cônes pleins contre ladite paroi interne et commandées par des robinets à débit réglable, caractérisé qu'il comprend un maintien en dépression de la zone de projection d'eau délimitée par lesdites parois respectivement interne et externe, le réseau de tubes étant partie intégrante de la paroi externe du système thermique à refroidir.

Le maintien du matériau composant la paroi en contact avec la source chaude, à sa température optimale assure sa longévité. La réduction de l'échange thermique, au minimum viable pour les matériaux, facilite l'obtention et la maîtrise des températures des procédés, et réduit les consommations d'énergie.

Le procédé mis en œuvre dans ce système hydraulique utilise une eau stabilisée en minéraux et PH, en recyclage permanent.

Le principe du procédé est de substituer à la masse de fluide caloporteur, utilisée classiquement, un système de projection d'eau pulvérisée à haute pression.

On comprendra mieux l'invention, et notamment l'intégrabilité et la compatibilité du procédé de refroidissement mis en œuvre avec tous les types de matériels de production thermique ou utilisant les hautes températures dans leurs procédés, au regard des dessins annexés :

- la figure 1 illustre une première forme de réalisation d'un système de refroidissement selon l'invention ;
- la figure 2 illustre une seconde forme de réalisation d'un système de refroidissement selon l'invention ;

- la figure 3 illustre des robinets à commande électrique mis en œuvre dans le système de refroidissement selon l'invention ; et
- la figure 4 représente une section d'un tube mis en œuvre dans le système de refroidissement selon l'invention.

5 Les descriptions qui suivent et les figures précitées démontrent la capacité d'un système de refroidissement selon l'invention à répondre à tous les cas de configuration et de géométrie des matériels à contrôler/réguler. Ces descriptions et figures ne sont qu'un exemple restreint des cas dans lesquels le procédé/système peut être avantageusement employé.

10 Le système de refroidissement selon l'invention est installé dans l'espace intérieur 6 de la double paroi réservé au refroidissement des zones en contact avec les sources chaudes.

Le système est composé d'un réseau de tubes 1 qui véhiculent l'eau sous pression 4. La pression est relative aux débits utiles à la régulation et au contrôle des
15 diverses zones à maîtriser.

L'installation sur la cloison externe 9 (froide) de la double paroi de ce réseau de tubes contribue à rigidifier la structure, ce qui permet de réduire l'épaisseur de cette cloison.

Ce réseau de tubes peut être installé indifféremment sur l'une ou l'autre face
20 de la paroi 9 selon la configuration générale du matériel receveur.

Des robinets 2 traversent ces tubes 1 de place en place selon la zone thermique à contrôler. Des buses 3 ou injecteurs, dirigés vers la paroi à refroidir 7 sont installés à l'extrémité de ces robinets. La commande de ces robinets est électrique et progressive, avec un réglage micrométrique et une commande
25 automatique gérée par ordinateur. Ces robinets sont démontables le tube étant en charge, pour une maintenance sans arrêt technique.

L'eau est micronisée au passage des buses. Elle est projetée en jets coniques pleins 5 dans le volume compris dans l'espace intérieur 6 sur la face externe des cloisons 7 soumises à un dégagement thermique 8 à maîtriser.

30 Ce système permet le contrôle, la maîtrise et la modulation des températures de parois soumises à un flux thermique ou à une conductivité thermique importante. Surtout si l'intensité de cette émanation thermique 8 est supérieure à la résistance physico-chimique des matériaux employés.

Chaque zone thermique est munie d'un système détecteur, composé de sondes de contact 11 qui permettent de contrôler en continu la température de la paroi à réguler 7.

Le système agit sur la commande des robinets 2 et régule le débit d'eau pulvérisée 3 et permet de maîtriser la température de la paroi en faisant varier ce débit.

Le volume compris dans la double paroi 6 est en dépression grâce à un aspirateur/compresseur 10 de vapeur. Cela a pour conséquence de permettre l'évaporation instantanée, à basse température, de l'eau pulvérisée dès son contact avec la paroi 7 à contrôler et de limiter les chocs thermiques.

La quantité de chaleur latente absorbée par le système permet de mieux maîtriser la température requise par l'échange thermique utile à la paroi, en n'utilisant que la quantité nécessaire de liquide.

Soit en exemple, un foyer 8 à combustibles solides sous comburant O_2 atteignant des températures supérieures à la fusion des aciers et à la tenue des réfractaires.

Ce cas est typique des difficultés à maintenir la température des parois au maximum de leur possibilité, pour un meilleur rendement dans le procédé qui est mis en œuvre. Il est aussi typique des difficultés à maintenir la température des parois en contact 7 avec la masse thermique 8 à des températures optimales pour la tenue des matériaux qui composent ces parois.

A titre d'exemple, en figure 4 est représenté une section de tube 12 pouvant composer une grille ou une entretoise soumise aux températures élevées. Le tube 1 sous pression situé dans le tube 12 est maintenu en place par des entretoises 13. Ce tube 1 est perforé 14 et à chaque perforation correspond une buse 3 de pulvérisation de l'eau qu'il véhicule.

L'eau est pulvérisée dans la zone d'échange thermique 15 du tube 12. Ce tube 1 est commandé par un robinet 2 installé à l'une de ses extrémités et peut être borgne ou raccordé à ses deux extrémités pour permettre une circulation de l'eau. L'un des intérêts de cette configuration est que le tube 12 est soumis à une température élevée de valeur constante qui tend à le déformer, le tube 1 est à basse température et ne subit pas cette déformation.

Cette température basse n'a pas de conséquence sur le tube 12 et ne provoque pas d'écart thermique pas de chocs ni de distorsion. C'est l'eau pulvérisée 5 qui régule et maîtrise la température du tube 12, par contre le tube 1 est insensible à la température élevée et reste rigide tel que configuré. Cet état assure le maintien et la rigidité du tube 12.

L'origine thermique peut être indifféremment toute origine connue à ce jour.

L'objectif est de pouvoir mettre en œuvre des aciers spéciaux à très longue durée de vie dans des conditions maximales de tenue et de rendement.

Ce système permet de réduire considérablement l'épaisseur des matériaux à mettre en œuvre. L'épaisseur de la paroi en contact avec le flux thermique peut être réduite à une résistance mécanique minimale, l'équilibre des pressions de part et d'autre de ces parois étant stable. La réduction des épaisseurs optimise l'échange thermique et le rendement du contrôle des températures.

Cet état permet de réaliser des installations avec un meilleur échange thermique et des charges de maintenance réduites. La paroi en contact avec le flux thermique peut être réalisée comme un chemisage de façon à être interchangeable. La structure et la paroi porteuse du système de régulation ne subissent pas de contrainte et leur maintenance est réduite de leur durée de vie allongée.

L'atomisation de l'eau sur la paroi à contrôler thermiquement favorise son évaporation instantanée. La projection sous forte pression assure un mouillage parfait et mesuré des parois à contrôler, quelque soit sa situation ou sa position dans la configuration matérielle.

Cet état permet de cibler précisément la zone d'action de chaque jet et d'en doser instantanément la puissance en fonction de l'absorption thermique nécessaire. Chaque robinet est réglable micrométriquement automatiquement et contrôlable numériquement. Il correspond à un ou plusieurs jets selon la zone à contrôler. Chaque zone sensible peut donc être traitée spécifiquement. La pression de l'ensemble tubulaire permet des jets directionnels précis et d'atteindre des zones difficiles à refroidir, en référence aux figures 2 et 3.

La projection sous forte pression de l'eau atomisée accélère son évaporation. Cette évaporation instantanée absorbe d'importantes quantités d'énergie thermique en un laps de temps réduit. Des capteurs 11 répartis en tout point sensible permettent de gérer au plus près les températures requises grâce à leur action sur la régulation en

temps réel du débit d'eau de leur zone concernée. Ce système garantit l'homogénéité de la température des parois 7 du volume de l'émission chaude 8, en réagissant instantanément à toutes les fluctuations de ces émissions.

5 Cela réduit au maximum les efforts subis par les matériaux employés, en minimisant les chocs thermiques, ce qui leur assure une plus grande longévité.

L'eau est distribuée par un réseau de tuyauteries 1 fixées sur la paroi externe de l'enveloppe 9 de l'échangeur thermique. La pression de l'eau dans ce réseau peut être importante sans préjudice pour la tenue des parois. Au contraire, ces tuyauteries contribuent à consolider la paroi support.

10 La pression est ajustable aux débits requis, le dosage de débit de chaque injecteur 3 étant plus facilement maîtrisable. L'intérêt de cette capacité de pression est d'admettre les débits utiles en tous points des zones à traiter, de permettre l'atomisation de l'eau, de projeter cette eau pulvérisée avec vigueur et de favoriser ainsi sa micronisation qui assure la rapidité d'évaporation.

15 La position de ce réseau de distribution sur la paroi de l'enveloppe 9 permet une maintenance rapide sans arrêter le système. Chaque mécanisme d'injection peut être implanté de manière à être accessible de l'extérieur. Ces mécanismes existent, mais le cas échéant, des spécificités sont aisément réalisables compte tenu du savoir-faire existant.

20 L'évaporation instantanée de l'eau se fait à basse température et permet de maîtriser la pression interne de l'échangeur thermique. Cette pression sera la plus basse possible pour une température d'évaporation inférieure ou égale à 70°C. La vapeur générée sera aspirée mécaniquement par un compresseur dédié.

25 Ces caractéristiques ont pour objet de maintenir le volume de la double paroi 6 en dépression, ce qui favorise l'évacuation de la vapeur. La vapeur obtenue dans ces conditions est sèche, tout en étant à très basse température. Compressée, elle est alors injectée dans un ensemble échangeur connu où elle acquerra sa température et pression d'exploitation pour la cogénération.

30 Plusieurs réservoirs surpresseurs, par exemple au nombre de quatre ou plus selon la puissance thermique et la quantité de vapeur produite, participent à la production de vapeur surchauffée. Ces réservoirs sont alternativement vidés de leur vapeur surchauffée par des appareils de cogénération, et de nouveau remplis de

vapeur à basse température par un compresseur pour acquérir la charge thermique « sensible » de surpression et ainsi de suite.

L'intérêt de la procédure qui vient d'être décrite consiste à :

- 5 - maintenir les basses pressions dans le volume d'échange de la double paroi 6 du générateur thermique. Seuls les réservoirs sont soumis aux pressions importantes requises par la cogénération. Leur réalisation est moins coûteuse que pour l'échangeur du générateur s'il était soumis aux très hautes pressions requises pour la cogénération. La maintenance est facilitée et ne nécessite pas d'arrêt du système. La gestion des flux permet de réaliser la maintenance des
10 échangeurs sans arrêter le fonctionnement, cette maintenance pouvant être automatisée ;
- optimiser les échanges thermiques dans les réservoirs surpressés, l'échange étant de type gaz/gaz et les frictions et fluidités étant optimisées. Les surfaces d'échanges sont maximales, l'acquisition thermique en chaleur sensible est
15 plus rapide et la surpression accélérée.
- Garantir par l'alternance d'état des réservoirs (pleins ou vides) une vapeur surchauffée régulière, permanente et contrôlée, aux appareils de cogénération.

On peut aussi citer comme autre intérêt du procédé selon l'invention le fait de
substituer de l'eau à des fluides caloporteurs spécifiques, complexes, dangereux et
20 très nocifs.

REVENDECATIONS

1. Système pour refroidir une paroi interne (7) d'un système thermique comportant une double paroi (9), ladite paroi interne étant soumise à des températures égales ou supérieures à sa capacité physique, ce système comprenant un réseau de tubes (1) indépendant dudit système thermique à refroidir, ces tubes (1) contenant de l'eau de refroidissement (4) circulant sous pression et étant munis de buses (3) prévues pour pulvériser l'eau et la projeter en cônes pleins (5) contre ladite paroi interne (7) et commandées par des robinets (2) à débit réglable, caractérisé en ce que ce réseau de tubes est partie intégrante de la paroi externe du système thermique à refroidir et en ce qu'il comprend en outre des moyens pour maintenir en dépression la zone de projection d'eau délimitée par lesdites parois respectivement interne et externe.
2. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que les tubes (1) sont traversés par les robinets (2) à débit réglable, ces robinets comportant à leurs extrémités lesdites buses (3).
3. Système selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que des tubes sont installés sur la face intérieure de la paroi externe (9).
4. Système selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que des tubes sont installés sur la face extérieure de la paroi externe (9).
5. Système selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'eau de refroidissement (4) circulant dans le réseau de tubes (1) est stabilisée en minéraux et en PH.
6. Système selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le réseau de tubes est en circuit fermé et l'eau de refroidissement (4) est régénérée en continu.
7. Système selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'eau de refroidissement (4) contenue dans le réseau de tubes (1) est à une température inférieure ou égale à 60°C.

8. Système selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la zone (6) dans laquelle l'eau est projetée est maintenue en dépression par un système (10) aspirant la vapeur produite.

5

9. Système selon la revendication 8, caractérisé en ce que le système (10) d'aspiration de vapeur est prévu pour comprimer cette vapeur pour l'injecter dans un ensemble échangeur dédié de sorte que ladite vapeur produite puis comprimée acquière ses température et pression utiles à la cogénération d'énergie.

10

10. Système selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un système détecteur (11) composé de sondes de contact qui permettent de contrôler en continu la température des parois à réguler.

15

11. Système selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte des robinets à réglage micrométrique.

12. Système selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte des robinets à commande automatique gérée par ordinateur.

20

13. Procédé pour refroidir une paroi interne d'un système thermique comportant une double paroi, mis en œuvre dans un système de refroidissement selon l'une quelconque des revendications précédentes, ladite paroi interne étant soumise à des températures égales ou supérieures à sa capacité physique, dans lequel de l'eau de refroidissement circulant sous pression est contenue dans un réseau de tubes indépendant dudit système thermique à refroidir, ces tubes contenant et étant munis de buses prévues pour pulvériser l'eau et la projeter en cônes pleins contre ladite paroi interne et commandées par des robinets à débit réglable, caractérisé qu'il comprend un maintien en dépression de la zone de projection d'eau délimitée par lesdites parois respectivement interne et externe, le réseau de tubes étant partie intégrante de la paroi externe du système thermique à refroidir.

25

30

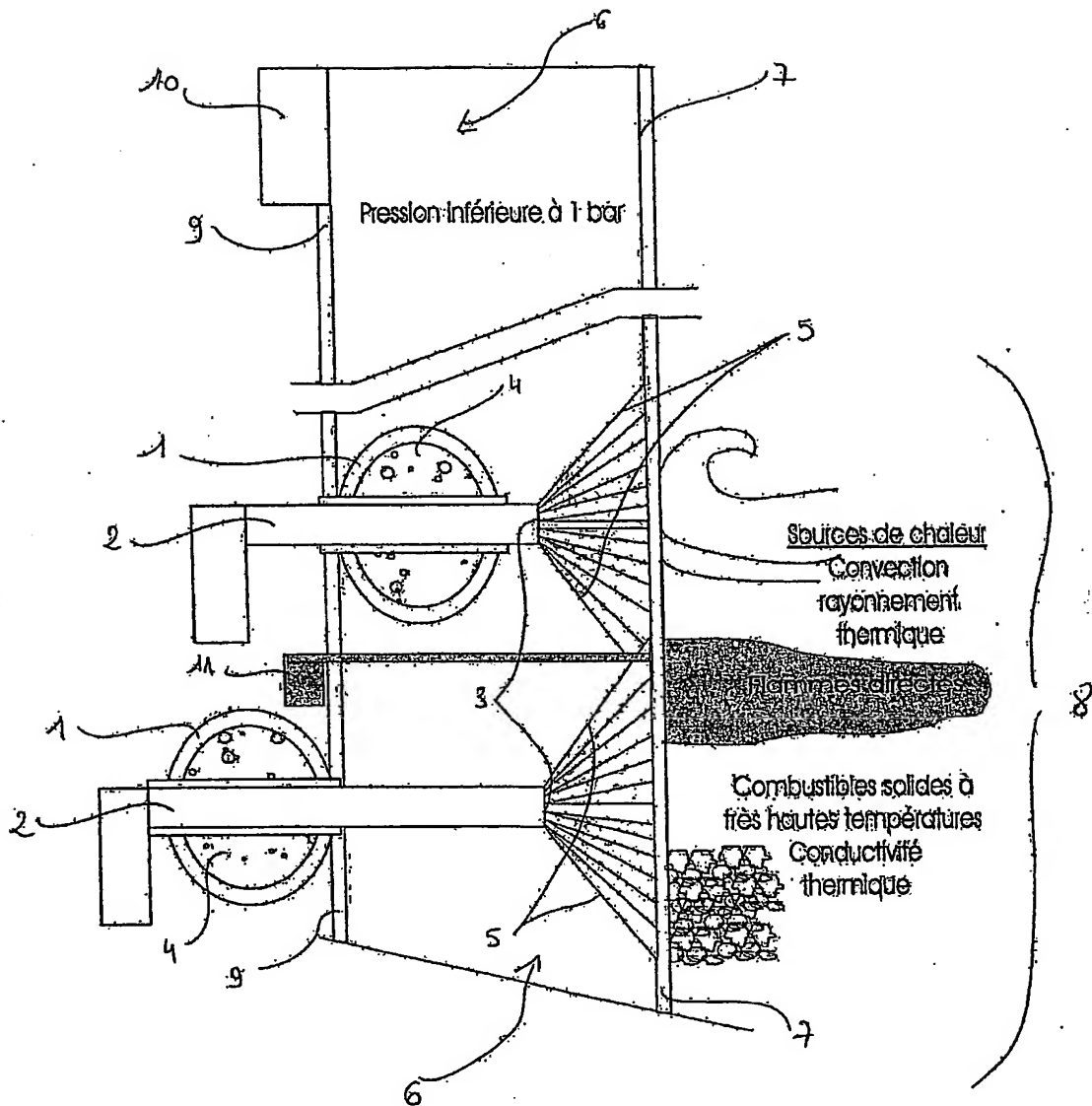


FIG.1

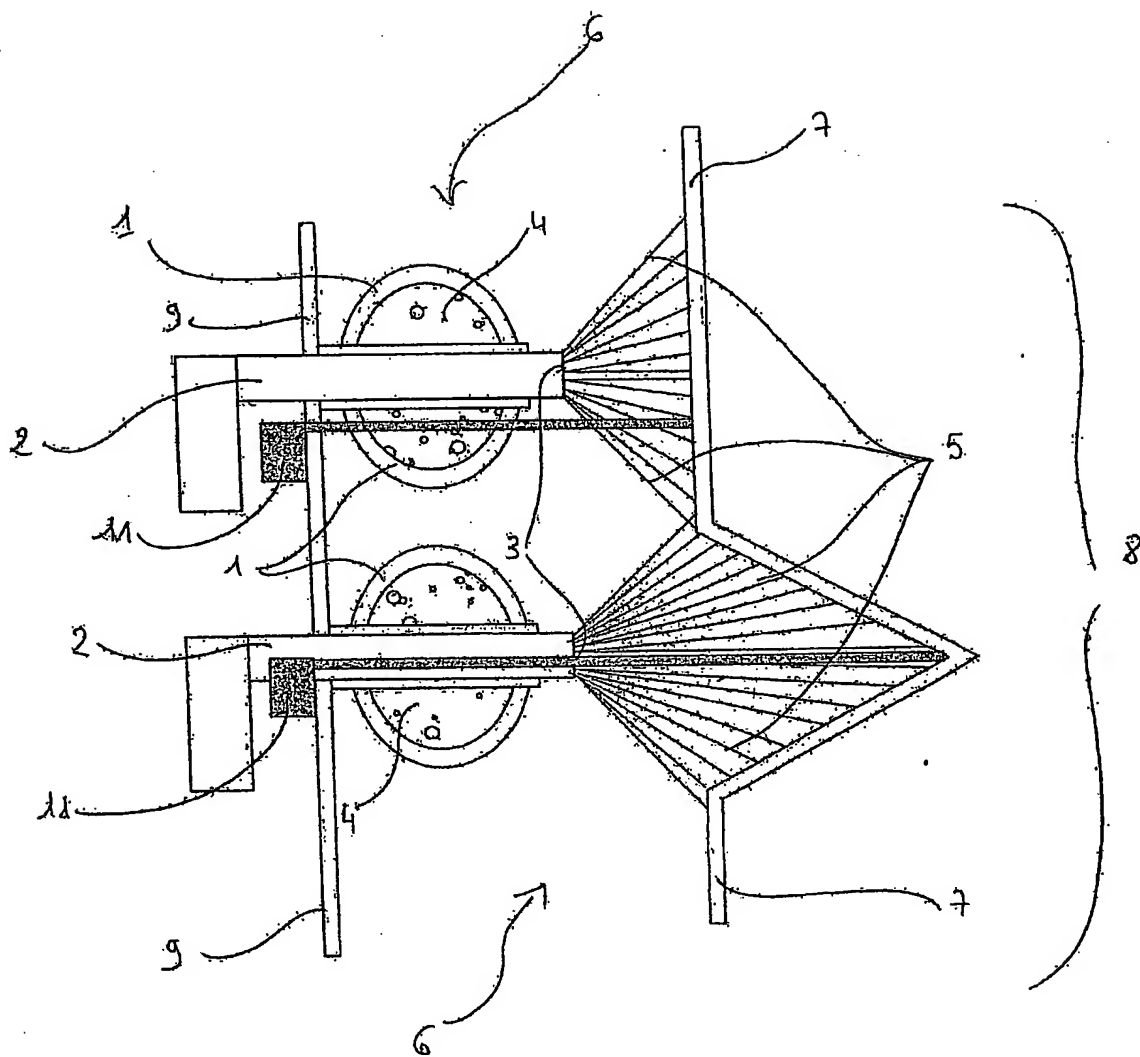


FIG.2

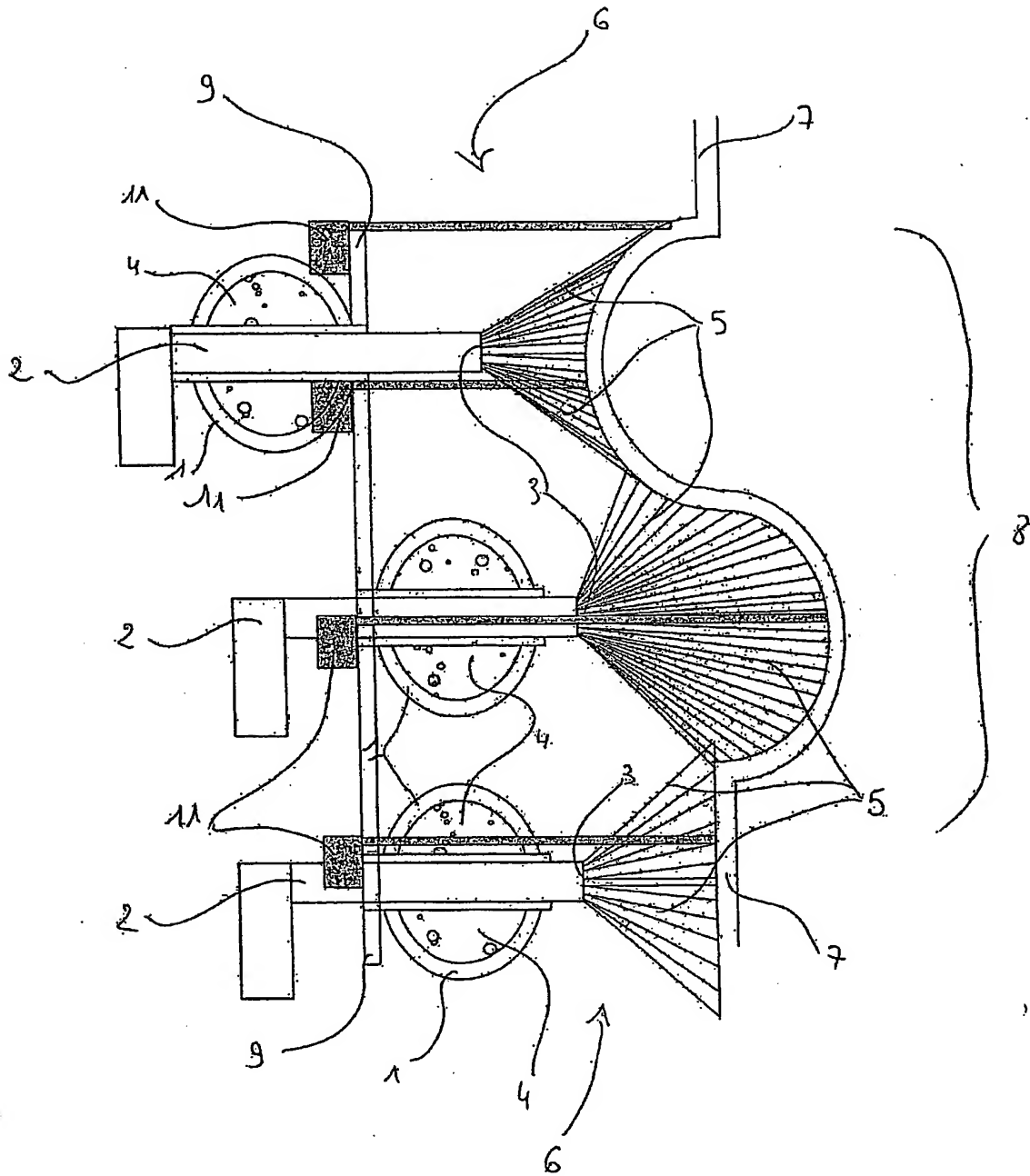


FIG.3

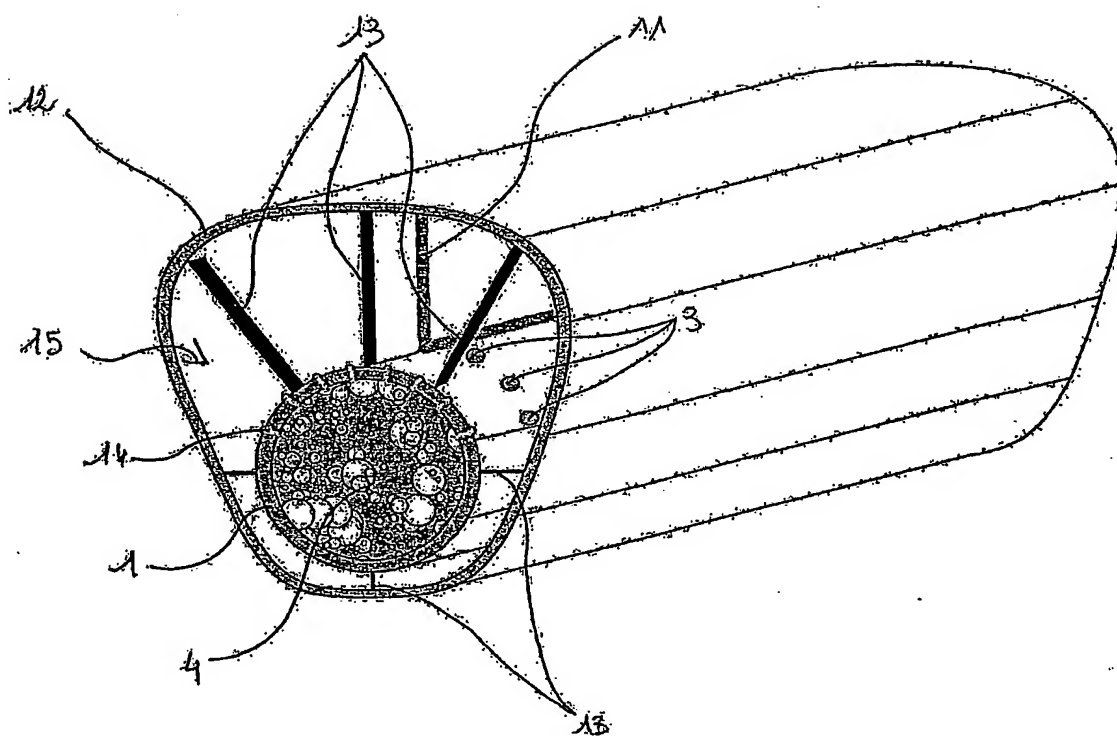


FIG.4